

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B32B 5/12

D04H 3/04

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98814272.4

[43] 公开日 2001 年 9 月 26 日

[11] 公开号 CN 1314842A

[22] 申请日 1998.10.12 [21] 申请号 98814272.4

[86] 国际申请 PCT/JP98/04579 1998.10.12

[87] 国际公布 WO00/21742 日 2000.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.12

[71] 申请人 日东紡績株式会社

地址 日本福岛县

[72] 发明人 佐佐木靖夫 谷春久 山口茂雄

藤井干也

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

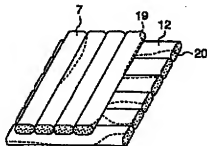
代理人 孙征

权利要求书 1 页 说明书 15 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 复合材料用的增强纤维基材

[57] 摘要

一种复合材料用的增强纤维基材,其具有至少两个各有单向纤维束的纤维束层,其特征为,相邻纤维束层的纤维束的方向各不相同,热塑性树脂组分随机而又部分地粘结在至少一个纤维束层的增强纤维束的表面上,从而将各纤维束层用热塑性树脂组分互相连结。基材能用基体树脂良好地浸渍。基材的机械性能良好,并有良好的可成形性。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种复合材料用的增强纤维基材, 其具有至少两个各有单向增强纤维束的纤维束层, 其特征为, 相邻纤维束层中的增强纤维束的方向各不相同, 热塑性树脂组分随机而部分地粘结在至少一个纤维束层中的增强纤维束的表面上, 从而使各纤维束层用热塑性树脂组分互相连结。

2. 根据权利要求 1 的复合材料用的增强纤维基材为双轴非织造织物。

3. 根据权利要求 1 的复合材料用的增强纤维基材为三轴非织造织物。

4. 根据权利要求 1 的复合材料用的增强纤维基材为四轴非织造织物。

5. 根据权利要求 1 的复合材料用的增强纤维基材, 其特征为, 热塑性树脂组分为热塑性树脂纤维。

6. 根据权利要求 1 的复合材料用的增强纤维基材, 其特征为, 热塑性树脂组分为热塑性树脂粉末。

7. 一种生产复合材料用的增强纤维基材的方法, 其特征为, 将增强纤维束和热塑性树脂纤维一起排列在一个方向上, 将大量如此获得的纤维束平行放置, 从而形成具有单向增强纤维束的纤维束层, 将此纤维束层与增强纤维束的纤维束层堆积起来使各层中的增强纤维束的方向各不相同, 将叠置的纤维束层加热并加压使它们彼此连结在一起。

8. 一种生产复合材料用的增强纤维基材的方法, 其特征为, 将增强纤维束排列在一个方向上, 将大量如此获得的纤维束平行放置从而形成具有单向增强纤维束的纤维束层, 将热塑性树脂粉末撒布在如此获得的两个纤维束方向互不相同的纤维束层之间, 然后将这些纤维束层叠置成层, 对它们加热并加压使它们连结在一起。

说 明 书

复合材料用的增强纤维基材

技术领域

本发明涉及一种增强纤维基材，该基材用于纤维增强复合材料如 FRP (纤维增强塑料) 和 FRTTP (纤维增强热塑性树脂)，特别是涉及片状增强纤维基材，该基材成形性好、生产率高。

背景技术

目前，FRP 和 FRTTP 在各领域被广泛使用，如土木工程和建筑材料，交通工具如飞机、船舶和汽车的结构材料，此外还有计算机和通信设备的电子材料。为了满足这些用途的需要，曾开发出各种形式的增强纤维基材以使用作这些复合材料的增强材料。

作为增强纤维基材的基本形式，有粗纱、短切原丝、短切原丝薄毡和织造织物几种。粗纱在长丝卷绕法或拉伸法中被应用，并用来模压出储罐和管子。短切原丝被广泛用于热塑性树脂的喷射模压或挤压模压，并被用来生产汽车零件或电子元件。短切原丝薄毡被用于手工敷设法或 SMC (sheet metal compound, 片状模塑料) 法，并被用来生产小船、浴缸和厌氧菌处理槽，近年来还被用于冲压模制法，并被用来生产汽车的保险杠或类似物。至于织造织物，在增强纤维为玻璃纤维的情况下被广泛用作印刷电路板的增强材料，在增强纤维为碳纤维的情况下被用作飞机或类似物的结构材料，使用范围正在逐年扩大。

在上述增强纤维基材的基本形式中，就粗纱而言，在被用作中空的模制品如储罐和管子时，其在卷绕方向上的强度被充分利用，因此兼有纤维束形式的优点和增强纤维含量能增加的优点。然而在拉伸模制的情况下，纤维束在排列方向上的强度能被显示，但在垂直于排列方向的方向上的强度自然便会不够，因此粗纱不适宜用来制造平而宽的模制品或者像盒式那样的立体模制品。

短切原丝结合热塑性树脂被用于喷射模塑或挤压模塑，其时增强

纤维的含量不能增加得太多，含量通常为 20—40%。因此使用重点被放在用作填料上而不是增强材料上。它们常被用来增加表面硬度、抗热能力或尺寸稳定性。

短切原丝薄毡以原来的形式用于手工敷设法中，结合热固性树脂用于 SMC 法中，结合热塑性树脂用于冲压法中。在使用短切原丝薄毡时，由于短切原丝随机布置，增强纤维没有方向性但成形性却良好，因此优点是，对于立体的模制品如浴缸，也能得到均匀的增强效果。但缺点是，由于短切原丝薄毡本身庞大，增强纤维的含量不能增加，并且由于增强纤维不是连续纤维，不能得到足够的增强效果。

织造织物的增强纤维基材适用于特别需要强度的领域，因为增强纤维是连续纤维并且增强纤维的含量可达 50—60%。

另外，在使用强织造织物的情况下，由于增强纤维被排列在经纱方向和纬纱方向，因此在强度的方向性上能得到较好的平衡。但由于织造织物具有交替地上、下交织的经纱和纬纱，因此纱线的运动受到限制，并且不适合用于具有立体形状的模制品，但却适合用于形式为平板的模制品如印刷电路板，即织造织物的成形性差。另外，由于织造织物具有交替地上下交织造成波形的经纱和纬纱，当需要关键性的强度时，这种需求有时不能满足，并且就强度的方向性而言，严格地说，在斜方向上并没有强度分量，这一点有时会引起问题。例如，如果将一个具有单方向纤维层的没有织造的非织造织物的成层产品用作增强材料，抗拉强度通常可增加 20%。另外一个问题是用基体树脂来浸渍经纱和纬纱的交叉部分。再者，由于织造织物的生产包括织造步骤，生产速度低和费用大为其基本缺点。

增强纤维基材除了上述基本形式外，还根据复合模制品的形状、模制方法和要被增强的基体树脂的性能提出过各种形式。

例如，有一种基材是用热塑性树脂浸渍排列在一个方向上的增强纤维，然后使它形成薄片(UD 片，即单向片)，有一种基材将增强纤维的织造织物和排列在一个方向上的增强纤维层压，然后将它们点连接，或粘合成粘附一个称为非织造织物的具有粗网格的织物状材料来

代替织造织物和其他基材。另外，用增强纤维作为经纱、用热塑性树脂纤维作为纬纱制成的整合织物也被提出过可作为基材。

但用热塑性树脂浸渍的 UD 片在室温时刚度太大，因此必须预热使它贴合模具成形，这就给搬运带来问题。另外，将织造织物层压然后用点连结制成的基材具有柔性并有良好的可处理性，但由于它在一侧具有织造织物，因此产生需要较长时间用树脂来浸渍的问题。

增强纤维和热塑性树脂的整合织物具有柔性和优良的可处理性，但需要一个织造步骤。

用非织造织物代替织造织物层压制出的基材可解决浸渍的问题并可解决可处理性的问题，因为它们具有柔性。但在这种基材中，提供强度的零件也就是排列在一个方向上的增强纤维，因此它们仍然具有单方向材料遇到的问题。

另一方面，在非织造织物的领域内，三轴非织造织物是在双轴非织造织物的基础上发展来的。在非织造织物中，纬纱材料或斜向材料通过粘合剂粘结于经纱材料，而双轴非织造织物具有一个与织造织物相似的形状。但与织造织物不同，在非织造织物中纬纱材料只是放置在经纱材料上，因此与织造织物的生产相比，生产速度显然较高，因此制造成本能被降低。在三轴非织造织物中，在经纱材料上粘结着在两个相对方向上相交的斜向材料。三轴非织造织物就是由经纱材料和设置在两个方向上的斜向材料构成的。另外，最近在非织造织物的领域内又发展了四轴非织造织物的生产技术(JP-B-3-80911 和 JP-A-8-209518)。

四轴非织造织物的结构为将纬纱材料和在两个方向上相交的斜向材料都放置在经纱材料之间，然后整体用乳化液粘合剂粘结。在四轴非织造织物中，除了经纱材料和纬纱材料外，还排列着两个方向的斜向材料，因此四轴非织造织物在强度的方向性上优于织造织物。另外，由于经纱和纬纱不是互相交织如同织造织物那样，增强纤维被直接放置，因此当四轴非织造织物被用作增强材料时能容易地显示增强效果。再者，在非织造织物中，经纱材料、纬纱材料和斜向材料等组分

只是叠置在一起，在用压力机模压时相关组分运动的自由度比用织造织物生产时大，因此，非织造织物也适宜制造具有复杂形状的模式品。

但如上所述，该非织造织物是这样生产的，先将各组分层压，然后将造成的层压件用乳化剂型的处理溶液浸渍，浸渍后挤出多余的溶液，然后使层压件干燥来完成组分间的粘结。为烯酸树脂和其他一些树脂被用作乳化剂型的处理溶液。因此，如果该非织造织物被用作 FRP 或 F RTP 的增强材料，用基体树脂即聚酯树脂或环氧树脂浸渍时，容易浸渍得不够，引起易弯曲性的问题。

另外，还有用合成树脂纱将经纱材料、纬纱材料和斜向材料等组分用针织机针织或用缝纫机缝合来生产该非织造织物的方法，但当这样生产的非织造织物被切割时，端部的短纤维束会掉落或掉出，使生产率(生产速度)降低、费用增加。另一个问题是需要经常维修来监视针织针或缝纫机针是否发生磨损或断裂。

本发明就是要解决传统技术中存在的上述问题。一个目的是要提供复合材料用的增强纤维基材，该基材须能容易地用基体树脂浸渍，具有优越的可成形性，并且没有处理和模制的问题。

本发明另一个目的是要提供一种制造成本低廉的复合材料用的增强纤维基材。

本发明的说明

简言之，本发明涉及一种复合材料用的增强纤维基材，它由至少两个各有单向增强纤维束的纤维束层构成，其特征为，相邻层的各该纤维束层内的增强纤维束的方向各不相同，并且热塑性树脂组分被随机而部分地粘结在至少一个纤维束层的增强纤维束的表面上，致使纤维束层被这个热塑性树脂组分连结在一起。

另外，生产本发明的复合材料用的增强纤维基材的方法的特征为，将增强纤维束和热塑性树脂纤维一起排列在一个方向上，将大量如此得到的纤维束平行放置从而形成具有单向增强纤维束的纤维束层，将该纤维束层与增强纤维束的纤维束层堆积起来，但相邻纤维束层内的纤维束的方向须各不相同，将叠置的纤维束层加热并加压使各

JP-B-3-80991 和 JP-A-8-209518 所公开的方法、或用美国 LIBA 公司制造的 MULTI-AXIAL 复合织物制造机或类似物制造。

〈增强纤维束〉

作为用于本发明的增强纤维束，可以指出用作 FRP 和 FRTP 的增强材料的玻璃纤维、碳纤维、氧化铝纤维、芳族聚酰胺纤维和类似物的复丝纱线。在用作 FRP 而被热塑性树脂浸渍时，最好使用未加捻的纤维束，其可以容易地被树脂浸渍。

构成增强纤维束的长丝的直径可在 $3-25\mu\text{m}$ 的范围内，至于长丝的数目可用 $100-25000$ 根增强纤维。纤维束的粗细（支数）在用玻璃纤维束的情况下适宜为 $570-2200\text{g}/1000\text{m}$ ，在用碳纤维束或芳族聚酰胺纤维束的情况下适宜为 $200-4000\text{g}/1000\text{m}$ 。

用于本发明的四轴非织造织物的增强纤维不仅可以是一种纤维，而且可以是两种或多种纤维的组合。例如可以采用碳纤维作为经纱材料并采用玻璃纤维作为纬纱材料和斜向材料。各该材料的支数不必相同，可根据所需模制品的性能加以改变。

用于本发明的增强纤维可根据要被增强的基体树脂的种类改变成束处理的种类而被制成纤维束，例如玻璃纤维能被这样制成纤维束，当要被增强的树脂为聚酯树脂时，可用含有甲基丙烯酸硅烷的成束剂处理，当要被增强的树脂为环氧树脂时可用含有环氧硅烷的成束剂处理。

〈热塑性树脂组分〉

本发明的用于复合材料的增强纤维基材的特征为，各纤维束层是用热塑性树脂组分随机而部分地粘结在至少一个纤维束层的增强纤维束的表面上来连结在一起的。

这里“用热塑性树脂组分随机而部分地粘结在纤维束层的增强纤维束的表面上”意味着热塑性树脂组分被随机地粘结在增强纤维束的一部分表面上。另外，“随机地”意味着热塑性树脂组分被不规则地粘结在纤维束层内纤维束表面的未被规定的位置上。在本发明中的“随机而部分地被粘结的状态”并不包括下列两种情况：一是热塑性树脂

被粘结在纤维束的整个表面上，其时热塑性塑料被有规则地粘结着有一个规定的形式或模式；二是使用薄的热塑性树脂纤维片、薄的热塑性树脂片或类似物将热塑性树脂粘结在纤维束的表面上。这样在本发明中，由于热塑性树脂组分被随机而部分地粘结在纤维束的表面上，如果在纤维束层的交叉点上有热塑性树脂组分，那么这些层可在交叉点上连结在一起；反之，如果在交叉点上没有热塑性树脂组分，那么这些层不会连结，只是层压叠置。这种连结状态可改善层压纤维束间的连结强度和可成形性之间的平衡，并且在保持连结强度恒定的情况下能够较大地增加纤维在被模制时运动的自由度。结果可以得到一个本身具有高度柔性的增强纤维基材，并可用来生产具有复杂形状的模制品。具体地说，热塑性树脂组分可粘结在纤维束的外周表面上成为如图 1 和 2 所示的状态，这种状态可通过利用将热塑性树脂制成纤维而获得的热塑性树脂纤维或者将热塑性树脂制成粉末而获得的热塑性树脂粉末而实现。图 1 所示为热塑性树脂纤维被用作热塑性树脂组分时线性地粘结在纤维束表面上的状态，热塑性树脂纤维用虚线示出。图 2 所示为热塑性树脂粉末被用作热塑性树脂组分时以点状粘结在纤维束表面上的状态，热塑性树脂粉末以黑点示出。

适用的热塑性树脂的熔点适宜为约 80—150℃，最好为约 100—130℃。

热塑性树脂纤维例如可包括尼龙共聚物、聚酯共聚物和丙烯酸酯共聚物。尼龙共聚物如尼龙 6、尼龙 66、尼龙 12 和尼龙 610 的共聚物。热塑性树脂纤维适宜的支数为 10—50g/1000m，较好的支数为 25—40g/1000m。在使用大支数的纤维束或具有粗网格的非织造织物时，每一纤维束内不仅可用一根而且可用多根（2—3）热塑性树脂纤维。为了线性地粘结热塑性树脂纤维，方法是将增强纤维束和热塑性树脂纤维排列在一个方向上，然后用一个装置如传送带使它们移动通过一个循环热空气加热炉、一个红外炉或一个远红外炉被加热，从而将软化或熔化的热塑性树脂纤维粘结在增强纤维上。另一个方法是将增强纤维束和热塑性树脂纤维排列在一个方向上，使它们与加热辊密切接触

而被加热，并用冷却辊使它们冷却。还有其它方法。如图 1 可见，热塑性树脂纤维被随机地粘在纤维束上。当每一纤维束内使用多根热塑性树脂纤维时，各该纤维被布置在不同的位置上如纤维束的上面、下面、左面和右面的位置上以保证纤维束能互相粘结。

热塑性树脂粉末例如可包括未饱和的聚酯树脂粉末、醇酸树脂粉末或类似物，其颗粒大小为 50—200 目。为了以点状粘结热塑性树脂粉末，方法是用公知的振动喂送器、旋转的滚筒喂送器等将粉末以大约 $4-5\text{g}/\text{m}^2$ 的量撒布在纤维束层上，这些设备能在给定的宽度内以薄的厚度输送恒定数量的粉末。按照另一个方法，热塑性树脂粉末可预先热熔融在纤维束上。当使用热塑性树脂粉末时，非织造织物最好不要形成粗网格。

热塑性树脂和增强纤维束的含量比例以重量计适宜为 0.4—10% 的热塑性树脂组分和 90—99.6% 的增强纤维束，最好为 2—5% 的热塑性树脂组分和 95—98% 的增强纤维束。另外，热塑性树脂以较低的含量为宜。但若热塑性树脂组分的比率低于上述范围，连结强度将不足够；而若高于上述范围，非织造织物被热塑性树脂浸渍的部分将增加致使基体树脂的浸渍速度降低并在用液态的基体树脂浸渍时增加失效的可能性。

〈生产复合材料用的增强纤维基材的方法〉

如上所述，本发明的生产方法的特征为，将增强纤维束和热塑性树脂纤维排列在一个方向，将大量如此获得的纤维束平行放置使它们形成具有单向增强纤维束的纤维束层，将该纤维束层与增强纤维束的纤维束层堆积起来使相邻层的纤维束的方向彼此不相同，然后对叠置的纤维束层加热并加压使它们连结在一起。另一个方法是将增强纤维束排列在一个方向，将大量如此获得的纤维束平行放置使它们形成具有单向增强纤维束的纤维束层，将热塑性树脂粉末撒布在纤维束方向互不相同的纤维束层之间，然后将这些纤维束层堆积起来，对叠置的纤维束层加热并加压使它们连结在一起。

作为具体实例，下面结合图 3 和 4 说明增强纤维基材的生产方法，

该基材为四轴非织造织物，使用热塑性树脂纤维作为热塑性树脂。在图3和4中，循环传送带3设有销排2、2'，其中以恒定的节距设在纵长方向上左右两侧的捕纱销钉1、1'可在机械方向上向前运动。在传送带之上设有滑轨4、4'（两个一组），它们互相平行并以给定的角度 α 斜向越过传送带。还有一个与机械方向平行的横向导引杆5，其两端都可滑动地被滑轨支承着，因而可沿着滑轨来回运动。在横向导引杆5上设有多个为细管的导管6排列在一条线上，它们的节距和方向与传送带的销钉一样，并有大量的增强纤维7连同热塑性树脂纤维19通过导管6被输送到传送带3上。

每当与增强纤维的数目相同的传送带3的销钉向前运动时，横向导引杆5就来回一次，并且在横向导引杆转变方向时，相关的纱线被左、右侧的销钉1、1'挂住，从而形成一个在左、右销排2、2'之间具有大量斜向纱线的本体8。在这情况下通过对角度 α 及传送带3和横向导引杆5速度的调节，可使图3中的角度 β 成为直角。

另外，在传送带3之上还设有与滑轨4、4'相似的滑轨9、9'，使其与机械方向形成一个 $180 - \alpha$ 的角度，并设有带着导管11的横向导引杆10使它能够可滑动地在两滑轨9、9'之间来回移动。大量增强纤维12连同热塑性树脂纤维20通过导管11被输入，从而形成在销排2、2'之间具有斜向纱线的相似的本体。这两个具有斜向纱线的本体被层叠在一起，形成一个由纬纱材料与两个方向相交的斜向纱线结合起来的本体13。

图4为图3的侧视图，在图4中添加了经纱材料14、15。经纱材料14、15被这样输入使结合体13被夹持在其间。被夹持在经纱材料14、15之间的结合体13在移动抵达热滚筒16的位置时使可从销钉上脱离，连同经纱材料一起与热滚筒16密切接触而被加热，接着被压力滚筒17加压连结，形成四轴非织造织物18。

同时热塑性树脂纤维19、20连同大量增强纤维7、12分别被输入。热塑性树脂纤维也可连同经纱材料14、15一起被输入。

在图4中，经纱材料是从结合体13的上侧和下侧被输入，但在某

些情况下，可允许结合体 13 只由从下侧输入的经纱材料 14 与热滚筒接触，这样可以得到经纱材料只在一侧的四轴非织造织物。

图 3 和 4 中所示装置不仅能生产四轴非织造织物，而且也能产生三轴非织造织物。

纤维束层的加热条件不受限制，只要加热温度能使热塑性树脂组分熔化即可，例如为 120—200℃，并且这个温度应根据树脂的种类、生产线的速率和纤维束层的厚度而变。加热温度最好使热塑性树脂纤维或粉末熔化到这样程度、使它近乎保持纤维或粉末的状态而又不在于增强纤维束的表面上展开成为薄膜，因为薄膜能阻碍用基体树脂浸渍。纤维束的加压条件可以是通常的加压条件，只要纤维束在熔化后能被冷却滚筒加压和固定即可，不会有什么问题。

这样得到的增强纤维复合基材的结构如图 5 和 6 所示。如图 5 可见，纤维束层是用部分(线性地)粘结在纤维束表面上的热塑性树脂纤维连结在一起。

附图的简要说明

图 1 示出当热塑性树脂纤维被用作热塑性树脂组分时热塑性树脂纤维在增强纤维束上的粘结状态。

图 2 示出当热塑性树脂粉末被用作热塑性树脂组分时热塑性树脂在增强纤维束上的粘结状态。

图 3 为使用热塑性树脂纤维来生产本发明的复合材料用的增强纤维基材(三轴或四轴非织造织物)的装置的平面图(用来输送经纱 14、15 的装置未被示出)。

图 4 为使用热塑性树脂纤维来生产本发明的复合材料用的增强纤维基材(三轴或四轴非织造织物)的装置的侧视图。

图 5 为使用热塑性树脂纤维时纤维束互相连结的状态的放大视图。

图 6 为使用热塑性树脂纤维时纤维束互相连结的状态。

实现本发明的最佳模式

(例 1)

玻璃纤维束(Nitto Boseki 公司制造的 RS 110QL; 支数: 1100g/1000m, 长丝直径: $16\mu\text{m}$)被用作经纱材料、纬纱材料和斜向材料。

尼龙共聚物(熔点: $100-120^{\circ}\text{C}$, 支数: 33g/1000m)被用作热塑性树脂纤维, 并且在输送纬纱材料和斜向材料时沿着纤维束被输送, 但不沿着经纱材料被输送。热塑性树脂纤维的重量为增强纤维束的 2.4%, 以重量计。

使用图 3 和 4 所示的装置, 纬纱材料和斜向材料被夹持在设在其上和其下的经纱材料之间, 然后一同移动到热压滚筒之间, 从而将连同纬纱材料和斜向材料输送的尼龙共聚物熔化使这些材料彼此线性地连结在一起, 来制出四轴非织造织物。

造成的四轴非织造织物的基本重量为 $770\text{g}/\text{m}^2$, 相关的被排列材料的数目在经纱方向上为 20/10cm, 在纬纱方向上为 19/10cm, 在两个倾斜的方向上均为 14/10cm。

(例 2)

使用与例 1 相同的玻璃粗纱以与例 1 相同的方式生产出四轴非织造织物, 只是没有使用热塑性树脂纤维, 而是使用热塑性树脂粉末(Kao Atlas 有限公司制造的 NEWTLAC 514), 将该粉末撒布在各该层之间。

(比照例 1)

使用与例 1 相同的方式生产出四轴非织造织物, 只是没有使用例 1 中的热塑性树脂组分, 而是在纬纱材料和斜向材料被经纱材料夹持后, 一起浸入到丙烯酸乳化液内, 然后用压力滚筒挤压出多余溶液, 进行干燥, 使它们连结。

(比照例 2)

与例 1 的四轴非织造织物的重量相同的玻璃粗纱布被生产出来以资比较。

(层压件的生产)

例 1、例 2 和比照例 1 中每一个例子所得到的四个四轴非织造织物被分别层压, 使用三种树脂即聚酰胺(尼龙)树脂、环氧树脂和不饱

和的聚酯树脂来得到厚度为 2mm 的层压片。至于比照例 2，只用不饱和的聚酯树脂来生产层压片。每一种树脂的成分和层压片的生产方法如下：

聚酰胺树脂

尼龙 6 的薄膜 (80 μm 厚) 被用作聚酰胺树脂，将该薄膜放置在具有四个四轴非织造织物的分层叠合制品的两侧和非织造织物之间，然后在下列条件下将它们热压，温度：280℃，时间：20 分钟，压力：15kg/cm²。

环氧树脂

用下列环氧树脂浸渍非织造织物，使它干燥形成半固化的预浸渍材料，然后在 100℃ 热压 20 分钟。

Araldite, 环氧树脂 (Ciba-Geigy 公司制造的 AW136H) 100 份
固化剂 (Ciba-Geigy 公司制造的 HY994) 40 份

不饱和的聚酯树脂

四轴非织造织物 (比照例 2 中的玻璃粗纱布) 用下列树脂浸渍，然后在 25℃ 加压 60 分钟，便可得到层压片。

0-邻苯二甲酸基的聚酯	100 份
BPO (过氧化苯甲酰)	1 份
环烷酸钴	0.1 份

在得到的层压片中玻璃纤维的含量以体积计为 50%。每一层压片的外观都经观察。由于丙烯酸树脂以薄膜的形式粘结在比照例 1 中的四轴非织造织物的纤维束上，用基体树脂进行的浸渍不充分，该层压片不适合于实际使用。

〈层压片的外观〉

例 1 和例 2 中得到的层压片在使用聚酰胺树脂、环氧树脂和聚酯树脂的情况下都是透明的。而比照例 1 中的层压片的浸渍不够充分，颜色变白。

〈层压片的强度〉

在用例 1 和比照例 1 的四轴非织造织物制备的层压片的经纱、纬

纱和倾斜方向上按照 JIS K 7055 进行弯曲强度的测量。测量结果如表 1 所示。用例 2 的四轴非织造织物制备的层压片的弯曲强度与从例 1 得到的结果近乎相同。

另外，在用例 1 的四轴非织造织物和比照例 2 的玻璃粗纱布制备的层压片的经纱、纬纱和倾斜方向上按照 JIS K 7057 进行层间剪切强度的测量。测量结果如表 2 所示，从该表可见，使用本发明的四轴非织造织物的层压件与使用粗纱布的层压件相比，层间剪切强度较高，因此能制出抗扭强度高的横压件如面板和圆筒。

表 1

树脂	方向	弯曲强度(kgf/mm ²)	
		例 1	比照例 1
聚酰胺	0°	58	35
	45°	40	26
	90°	47	33
环氧	0°	56	39
	45°	42	27
	90°	50	33
聚酯	0°	44	26
	45°	34	24
	90°	42	27

测量方法: JIS K 7055

表 2

树脂	方向	层间剪切强度(kgf/mm ²)	
		例 1	比照例 1
聚酯	0°	2.6	2.2
	45°	2.6	1.7
	90°	2.4	2.0

测量方法: JIS K 7057

〈用热塑性树脂浸渍的层压片的可成形性〉

为了检查用热塑性树脂浸渍的层压片的可成形性，将例 1 中的具有四轴非织造织物的层压片与比照例 2 中的用聚酰胺树脂浸渍的粗纱布的层压片比较，两个层压片都被预热并放置在半球形的模具内，然后通过热压，制出半球形的模制品（直径为 15cm），观察增强纤维束的状态。

在由例 1 中的层压片制出的模制品中，在模制品上没有看到褶皱，在作为增强材料的四轴非织造织物的经纱材料、纬纱材料和斜向材料上也没有看到局部滑移和裂纹，结果是令人满意的。而在由比照例 2 中的层压片制出的模制品中，发生部分褶皱，并且作为增强材料的布的经纱和纬纱有滑移以致产生出只有经纱或纬纱的部分。

我们推测这是因为在使用布（织造织物）的情况下，该布不能在经纱和纬纱方向被拉动只能在倾斜方向变形的原故。而在使用四轴非织造织物的情况下，由于各该材料只是分层叠合，材料能够在有关方向自由运动的原故。

工业上的可应用性

由于在本发明的复合材料用的增强纤维基材中，纤维束只是用少量的热塑性树脂组分局部地连结在一起，用基体树脂浸渍可得到满意的结果，并且热固性和热塑性树脂都能使用。另外，由于不需要像织造织物那样在经纱和纬纱的交叉部提供树脂的储备，因此增强纤维的含量能够增加并能提供机械性能良好的复合材料。

此外在本发明的复合材料用的增强纤维基材中，由于纤维束只是层压连结，因此在模压时纤维运动的自由度相当大，而基材本身是柔性的，可成形性优越，所以能被用来生产具有复杂形状的模制品。

再者，当四轴非织造织物被用作本发明的复合材料用的增强纤维基材时，连续的增强纤维被线性地布置在经纱方向、纬纱方向和两个倾斜方向，因此复合材料的强度较少由于方向而发生差异，能够得到很好的增强。

另外，本发明的复合材料用的增强纤维基材在用树脂浸渍和层压的地方就被剪刀切割使之与模型适应，并且由于在各方向上的纱线都是用熔融的热塑性树脂部分连结的，因此与传统制造多轴非织造织物时用缝纫机缝合或用针织将许多纤维束固定在一起的做法相比，能够得到纤维束极少掉落的效果。此外，由于对纱线或针织纱的组成并无限制，纤维的开松(opening)性能良好，能够容易地得到光滑的表面。

再者，由于本发明的四轴非织造织物的生产并不需要织造的步骤，因此用于工业生产有十分有利的效果，生产速率能够提高，制造成本能够降低。

说明书附图

图 1

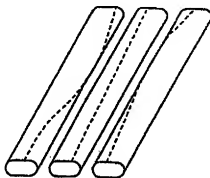


图 2

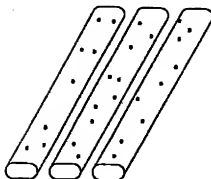


图 4

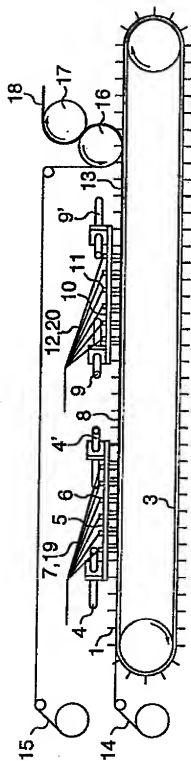


图 5

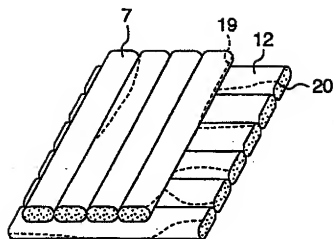


图 6

